

(2)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年2月5日 (05.02.2004)

PCT

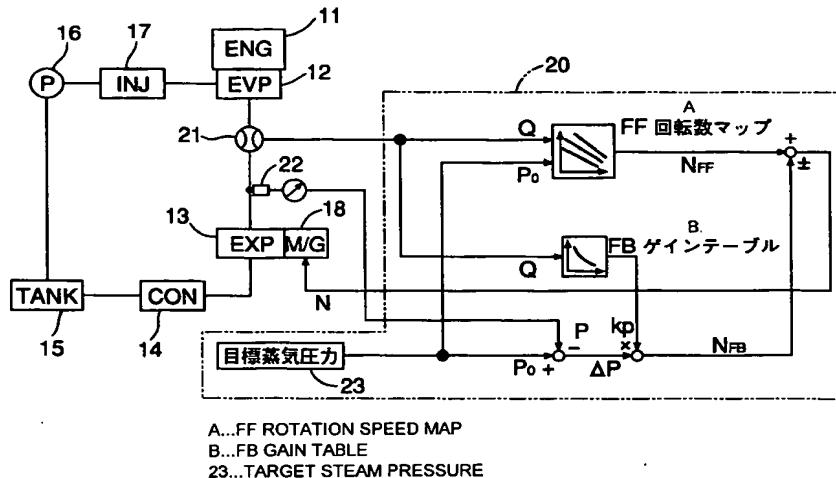
(10) 国際公開番号
WO 2004/011777 A1

(51) 国際特許分類7: F01K 23/10, F02G 5/02
 (72) 発明者: および
 (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009222
 (73) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐藤 聰長
 (22) 国際出願日: 2003年7月22日 (22.07.2003)
 (74) 中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内
 (25) 国際出願の言語: 日本語
 (75) 埼玉県 和光市
 (26) 国際公開の言語: 日本語
 (30) 佐藤 聰長 (SATO,Akihisa) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県 和光市
 (30) 優先権データ: 特願2002-216425 2002年7月25日 (25.07.2002) JP
 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒107-8556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).
 (74) 代理人: 落合 健, 外 (OCHIAI,Takeshi et al.); 〒110-0016 東京都台東区台東2丁目6番3号 T Oビル
 (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
 BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
 DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
 ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
 (74) 代理人: 落合 健, 外 (OCHIAI,Takeshi et al.); 〒110-0016 東京都台東区台東2丁目6番3号 T Oビル
 (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
 BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
 DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
 ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,

/統葉有/

(54) Title: RANKINE CYCLE SYSTEM

(54) 発明の名称: ランキンサイクル装置



WO 2004/011777 A1

(57) Abstract: A Rankine cycle system, wherein a feed-forward value (N_{FF}) is calculated based on the flow rate (Q) of a vapor-phase acting medium at the outlet of an evaporator (12) and a target pressure (P_o) so that the pressure (P) of a vapor-phase acting medium at the inlet of an expander (13) agrees with a target pressure (P_o), a feed-back value (N_{FB}) is calculated by multiplying a deviation between the pressure (P) of a vapor-phase acting medium at the inlet of the expander (13) and a target pressure (P_o) by feed-back gain (k_p) calculated based on the flow rate (Q) of the above vapor-phase acting medium, and the rotation speed of the expander (13) is controlled based on the added/subtracted value of the feed-forward value (N_{FF}) and the feed-back value (N_{FB}). Accordingly, the pressure of a vapor-phase acting medium at the inlet of an expander can be controlled to a target pressure accurately without changing the supply amount of a liquid-phase acting medium to an evaporator.

(57) 要約: ランキンサイクル装置において、膨張機 (13) の入口での気相作動媒体の圧力 (P) を目標圧力 (P_o) に一致させるべく、蒸発器 (12) の出口での気相作動媒体の流量 (Q) および目標圧力 (P_o) に基づいてフィードフォワード値 (N_{FF}) を算出するとともに、膨張機 (13) の入口での気相作動媒体の圧力 (P) および目標圧力 (P_o) の偏差 (ΔP) に、前記気相作動媒

/統葉有/



LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 國際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

体の流量 (Q) に基づいて算出したフィードバックゲイン (k_p) を乗算してフィードバック値 (N_{FB}) を算出し、フィードフォワード値 (N_{FF}) およびフィードバック値 (N_{FB}) の加・減算値に基づいて膨張機 (13) の回転数を制御するようにした。これにより、蒸発器への液相作動媒体の供給量を変化させることなく、膨張機の入口での気相作動媒体の圧力を目標圧力に精度良く制御することができる。

明細書

ランキンサイクル装置

発明の分野

5 本発明は、エンジンの排気ガスで液相作動媒体を加熱して気相作動媒体を発生させる蒸発器と、蒸発器で発生した気相作動媒体の熱エネルギーを機械エネルギーに変換する容積型の膨張機とを備えたランキンサイクル装置に関する。

背景技術

日本特開2000-345835号公報には、エンジンの冷却系の冷媒蒸気を
10 エンジンの廃熱により加熱してタービンを駆動する廃熱回収装置において、冷却
経路の圧力あるいは温度をエンジンの運転状態に応じて最適制御することにより
熱効率を向上させるものが記載されている。具体的には、エンジン回転数および
エンジン負荷が増加するほど冷却経路の圧力の目標値を低く設定し、実際の圧力
が目標圧力に一致するように冷媒循環用ポンプの吐出量等を制御している。

15 容積型の膨張機を備えたランキンサイクル装置において、図4に示すように、
膨張機の入口における蒸気圧力が目標蒸気圧力（最適蒸気圧力）に一致していれば、膨張機の出口における蒸気圧力が膨張機の膨張比に見合った圧力になるが、
入口の蒸気圧力が高すぎると膨張機の出口から排出される蒸気に余剰のエネルギーが残ってしまい、エネルギーが無駄に捨てられてしまう問題がある。逆に、入
20 口の蒸気圧力が低すぎると膨張機の出口から排出される蒸気が負圧になってしまい、膨張機が負の仕事をして効率が低下してしまう問題がある。

25 このように、膨張機に供給される蒸気圧力を目標蒸気圧力に一致させることは
重要であるが、蒸発器への給水量を変化させて蒸気圧力を目標蒸気圧力に一致させようすると、それに伴って蒸気温度が変化してしまう問題がある。即ち、図
3に示すように、ランキンサイクル装置の蒸発器の効率および膨張機の効率は蒸
気温度によって変化し、両者の効率を合わせた総合効率を最大にするには、蒸
気温度を最適蒸気温度に制御する必要があり、蒸気圧力を目標蒸気圧力に一致させ
るべく給水量を変化させたことで蒸気温度が最適蒸気温度から外れてしまうと、
蒸発器および膨張機の総合効率が低下してしまう問題がある。

発明の開示

本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、ランキンサイクル装置において、蒸発器への液相作動媒体の供給量を変化させることなく、膨張機の入口での気相作動媒体の圧力を目標圧力に精度良く制御することを目的とする。

5 上記目的を達成するために、本発明によれば、エンジンの排気ガスで液相作動媒体を加熱して気相作動媒体を発生させる蒸発器と、蒸発器で発生した気相作動媒体の熱エネルギーを機械エネルギーに変換する容積型の膨張機とを備えたランキンサイクル装置において、膨張機の入口での気相作動媒体の圧力を目標圧力に一致させるべく、蒸発器の出口での気相作動媒体の流量および目標圧力に基づいてフィードフォワード値を算出するとともに、膨張機の入口での気相作動媒体の圧力および目標圧力の偏差に、前記気相作動媒体の流量に基づいて算出したフィードバックゲインを乗算してフィードバック値を算出し、フィードフォワード値およびフィードバック値の加・減算値に基づいて膨張機の回転数を制御する制御手段を備えたことを特徴とするランキンサイクル装置が提案される。

10 15 上記構成によれば、蒸発器の出口での気相作動媒体の流量および膨張機の入口での気相作動媒体の目標圧力に基づいてフィードフォワード値を算出するとともに、膨張機の入口での気相作動媒体の圧力および目標圧力の偏差に気相作動媒体の流量に基づいて算出したフィードバックゲインを乗算してフィードバック値を算出し、フィードフォワード値およびフィードバック値の加・減算値に基づいて膨張機の回転数を制御するので、膨張機の回転数が変化したときの気相作動媒体の圧力の変化特性が気相作動媒体の流量の大小に応じて異なるのを補償し、蒸発器への液相作動媒体の供給量を変化させることなく、膨張機の入口での気相作動媒体の圧力を目標圧力に応答性良く、かつ精度良く一致させることができる。

20 尚、実施例のコントローラ20は本発明の制御手段に対応する。

25 図面の簡単な説明

図1～図12は本発明の第1実施例を示すもので、図1はランキンサイクル装置およびその制御系のブロック図、図2は蒸気エネルギーおよび目標蒸気温度から目標蒸気圧力を検索するマップ、図3は最適蒸気温度と蒸発器および膨張機の最高総合効率との関係を示すグラフ、図4は膨張機の入口圧力と出口圧力との関

係を示すグラフ、図5A、図5Bは膨張機の回転数をステップ状に変化させたときの蒸気圧力の変化を示すグラフ、図6A、図6Bはフィードバックゲインを固定した場合の蒸気圧力の収束状態を示す図、図7A、図7Bはフィードバックゲインを可変にした場合の蒸気圧力の収束状態を示す図、図8は蒸気圧力制御のメインルーチンのフローチャート、図9はメインルーチンのステップS3のサブルーチンのフローチャート、図10はメインルーチンのステップS4のサブルーチンのフローチャート、図11は蒸気流量Qおよび目標蒸気圧力P。から膨張機の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} を検索するマップ、図12は蒸気流量Qからフィードバックゲイン k_p を検索するテーブルである。図13～図16は本発明の第2実施例を示すもので、図13はランキンサイクル装置およびその制御系のブロック図、図14は蒸気圧力制御のメインルーチンのフローチャート、図15はメインルーチンのステップS3～4のサブルーチンのフローチャート、図16は蒸気圧力Pおよび蒸気温度Tから蒸気の比容積Vを検索するマップである。図17～図20は本発明の第3実施例を示すもので、図17はランキンサイクル装置およびその制御系のブロック図、図18は蒸気圧力制御のメインルーチンのフローチャート、図19はメインルーチンのステップS5～3のサブルーチンのフローチャート、図20はメインルーチンのステップS5～4のサブルーチンのフローチャートである。図21～図25は本発明の第4実施例を示すもので、図21はランキンサイクル装置およびその制御系のブロック図、図22は蒸気圧力制御のメインルーチンのフローチャート、図23はメインルーチンのステップS7～2のサブルーチンのフローチャート、図24はメインルーチンのステップS7～3のサブルーチンのフローチャート、図25はメインルーチンのステップS7～4のサブルーチンのフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

図1～図12は本発明の第1実施例を示すものである。

図1に示すように、車両のエンジン11の排気ガスの熱エネルギーを回収するためのランキンサイクル装置は、エンジン11の排気ガスで液相作動媒体（水）を加熱して高温高圧の気相作動媒体（蒸気）を発生させる蒸発器12と、蒸発器12で発生した高温高圧の蒸気の熱エネルギーを機械エネルギーに変換する容積

型の膨張機 13 と、膨張機 13 から排出された蒸気を冷却して水に凝縮させる凝縮器 14 と、凝縮器 14 から排出された水を貯留するタンク 15 と、タンク 15 内の水を吸引する給水ポンプ 16 と、給水ポンプ 16 で吸引した水を蒸発器 12 に噴射するインジェクタ 17 とを閉回路上に配置してなる。

5 膨張機 13 に接続されたモータ・ジェネレータ 18 はエンジン 11 と駆動輪との間に配置されており、モータ・ジェネレータ 18 をモータとして機能させてエンジン 11 の出力をアシストするとともに、車両の減速時にモータ・ジェネレータ 18 をジェネレータとして機能させて車両の運動エネルギーを電気エネルギーとして回収することができる。尚、モータ・ジェネレータ 18 は膨張機 13 に単体で接続されて電気エネルギーの発生機能のみを有するものでも良い。そして本 10 発明では、モータ・ジェネレータ 18 の負荷（発電量）を調整することで、モータ・ジェネレータ 18 から膨張機 13 に加わる負荷を調整して該膨張機 13 の回転数を制御する。コントローラ 20 には、蒸発器 12 の出口での蒸気流量を検出する蒸気流量センサ 21 からの信号と、膨張機 13 の入口での蒸気圧力を検出する蒸気圧力センサ 22 からの信号とが入力される。

コントローラ 20 は、膨張機 13 の入口での蒸気圧力の目標値である目標蒸気圧力を設定する目標蒸気圧力設定手段 23 を備える。図 2 に示すように、目標蒸気圧力設定手段 23 は目標蒸気温度および蒸気エネルギー（蒸気流量）に基づいて目標蒸気圧力を検索する。蒸発器 12 の出口での蒸気温度は、蒸発器 12 および膨張機 13 の総合効率が最大になる温度（つまり最適蒸気温度）に一致するよう、インジェクタ 17 あるいは給水ポンプ 16 から蒸発器 12 への給水量を調整することにより制御されている。即ち、図 3 に示すように、蒸発器 12 の効率および膨張機 13 の効率は蒸気温度によって変化し、蒸気温度が増加すると蒸発器 12 の効率が減少して膨張機 13 の効率が増加し、逆に蒸気温度が減少すると蒸発器 12 の効率が増加して膨張機 13 の効率が減少することから、両者の効率を合わせた総合効率を最大になる最適蒸気温度が存在し、蒸発器 12 の出口での蒸気温度は前記最適蒸気温度に制御されている。

膨張機 13 の入口での蒸気圧力を目標蒸気圧力に制御するのは、次のような理由からである。即ち、図 4 に示すように、膨張機 13 の入口における蒸気圧力が

目標蒸気圧力に一致していれば、膨張機 1 3 の出口における蒸気圧力が膨張機 1 3 の膨張比に見合った圧力になるが、入口蒸気圧力が高すぎると膨張機 1 3 の出口から排出される蒸気に余剰のエネルギーが残ってしまい、エネルギーが無駄に捨てられてしまう問題がある。逆に、入口蒸気圧力が低すぎると膨張機 1 3 の出口から排出される蒸気が負圧になってしまい、膨張機 1 3 が負の仕事をして効率が低下してしまう問題がある。

蒸発器 1 2 の出口での蒸気温度を最適蒸気温度に保ったまま、つまり蒸発器 1 2 への給水量を変化させずに、膨張機 1 3 の入口での蒸気圧力を目標蒸気圧力に制御するには、モータ・ジェネレータ 1 8 から膨張機 1 3 に加わる負荷を調整して該膨張機 1 3 の回転数を制御すれば良い。図 5 A、図 5 B に示すように、膨張機 1 3 の回転数を減少させると蒸気圧力は増加し、逆に膨張機 1 3 の回転数を増加させると蒸気圧力は減少する。但し、蒸気圧力の変化の応答性は蒸気流量によって変化し、蒸気流量が小さいときには応答性が低くなり、蒸気圧力が定常状態に達するのに 100 秒以上が必要であるのに対し、蒸気流量が大きいときには応答性が高くなり、蒸気圧力が定常状態に達するのに 10 秒以下で済む。

尚、インジェクタ 1 7 の前後差圧を検出し、目標給水量に一致するように T_i 値を制御するか、あるいは給水ポンプ 1 6 の吐出圧を検出し、該給水ポンプ 1 6 の回転数を制御すれば、膨張機 1 3 の回転数が変化しても蒸発器 1 2 への給水量が一定に保持され、蒸発器 1 1 の出口での蒸気温度を最適蒸気温度に保持することができる。

蒸気圧力を目標蒸気圧力にフィードバック制御する際に、図 6 A に示すようにフィードバックゲイン k_p (比例項) を一定値とすると、図 6 B に示すように、蒸気流量が大きいときに適切な応答性が得られるように前記フィードバックゲイン k_p を設定すると、蒸気流量が小さいときに充分な応答性が得られなくなってしまう。それに対して、図 7 A に示すように蒸気流量をパラメータとするゲインテーブルから検索したフィードバックゲイン k_p を用いることにより、図 7 B に示すように、蒸気流量が大きいときにも小さいときにも適切な応答性が得られるようになる。

つまり、本発明の要点は、膨張機 1 3 の入口での蒸気圧力を目標蒸気圧力に一

致させるべく膨張機 1 3 の回転数をフィードバック制御する際に、フィードバックゲインを蒸気流量に応じて変更することにある。以下、その具体的な内容を、図 1 のブロック図および図 8 ~ 図 10 のフローチャートに基づいて説明する。

先ず、図 8 のフローチャートのステップ S 1 で蒸気流量センサ 2 1 により蒸発器 1 2 の出口での蒸気流量 Q を検出し、ステップ S 2 で蒸気圧力センサ 2 2 により膨張機 1 3 の入口での蒸気圧力 P を検出した後に、ステップ S 3 で膨張機 1 3 の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} を算出する。即ち、図 9 のフローチャートのステップ S 1 1 で図 1 1 のマップから蒸気流量 Q および目標蒸気圧力 P_0 をパラメータとして膨張機 1 3 の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} を検索する。図 1 1 から明らかなように、フィードフォワード値 N_{FF} は、蒸気流量 Q が小さく目標蒸気圧力 P_0 が大きいほど小さく、蒸気流量 Q が大きく目標蒸気圧力 P_0 が小さいほど大きくなるように設定されている。

図 8 のフローチャートに戻り、ステップ S 4 で膨張機 1 3 の回転数のフィードバック値 N_{FB} を算出する。即ち、図 1 0 のフローチャートのステップ S 2 1 で蒸気圧力センサ 2 2 により検出した膨張機 1 3 の入口での蒸気圧力 P と、目標蒸気圧力設定手段 2 3 で設定した目標蒸気圧力 P_0 との偏差 $\Delta P = |P - P_0|$ を算出し、続くステップ S 2 2 で蒸気流量センサ 2 1 により検出した蒸気流量 Q を図 1 2 のテーブルに適用してゲイン k_p を検索する。図 1 2 のテーブルから明らかなように、ゲイン k_p は蒸気流量 Q の増加に伴って減少する。そしてステップ S 2 3 でゲイン k_p に偏差 ΔP を乗算して膨張機 1 3 の回転数のフィードバック値 N_{FB} を算出する。

図 8 のフローチャートに戻り、ステップ S 5 で蒸気圧力 P が目標蒸気圧力 P_0 以上であれば、ステップ S 6 で膨張機 1 3 の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} にフィードバック値 N_{FB} を加算して膨張機 1 3 の回転数指令値 N を算出し、またステップ S 5 で蒸気圧力 P が目標蒸気圧力 P_0 未満であれば、ステップ S 7 で膨張機 1 3 の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} からフィードバック値 N_{FB} を減算して膨張機 1 3 の回転数指令値 N を算出する。しかし、回転数指令値 N に基づいてモータ・ジェネレータ 1 8 の回転数、つまり膨張機 1 3 の回転数を制御することで、膨張機 1 3 の入口での蒸気圧力 P を目標蒸気圧力 P_0 に応答性良好

く、かつ精度良く収束させることができ、これにより、膨張機13の出口から排出される蒸気に余剰のエネルギーが残ったり、膨張機13の出口から排出される蒸気が負圧になって膨張機13が負の仕事をして効率が低下したりする問題を解消することができる。

5 図13～図16は本発明の第2実施例を示すものである。

図13に示すように、第2実施例は第1実施例（図1参照）の蒸気流量センサ21を備えておらず、その代わりに蒸発器12の入口側に給水量センサ24を備えるとともに、膨張機13の入口側に蒸気温度センサ25を備える。第1実施例が蒸気流量Qを蒸気流量センサ21によって直接検出するのに対し、第2実施例10では蒸気流量Qを蒸気圧力センサ22で検出した蒸気圧力Pと、給水量センサ24で検出した給水質量流量Gwと、蒸気温度センサ25で検出した蒸気温度Tとを用いて算出しており、その他の構成および作用は第1実施例と同様である。

第2実施例の作用をフローチャートを参照して説明すると、先ず、図14のフローチャートのステップS31で蒸気温度センサ25により膨張機13の入口での蒸気温度Tを検出し、ステップS32で蒸気圧力センサ22により膨張機13の入口での蒸気圧力Pを検出し、更にステップS33で給水量センサ24で蒸発器12への給水質量流量Gwを検出する。

続くステップS34で蒸気流量センサ21を用いずに膨張機13への蒸気流量Qを算出する。即ち、図15のフローチャートのステップS41で図16のマップから蒸気温度Tおよび蒸気圧力Pをパラメータとして蒸気の比容積Vを検索する。図16から明らかのように、蒸気の比容積Vは、蒸気圧力Pが小さく、かつ蒸気温度Tが高いほど大きくなるように設定されている。続くステップS42で蒸気流量Qを、比容積Vに給水量センサ24で検出した給水質量流量Gwを乗算することにより算出する。

25 以上のようにして蒸気流量Qが算出されると、図14のフローチャートのステップS35～S39に移行する。これらのステップは図8のフローチャート（第1実施例）のステップS3～S7と全く同一であるため、その重複する説明を省略する。しかして、この第2実施例によれば、蒸気流量センサ21を廃止することができる。

図17～図20は本発明の第3実施例を示すものである。

図17に示すように、第3実施例は第2実施例（図13参照）の給水量センサ24を備えておらず、その代わりにコントローラ20に温度制御部26が設けられる。第2実施例が給水質量流量G_wを給水量センサ24で検出するのに対し、5 第3実施例では温度制御部26が出力する指令給水質量流量G_oから前記給水質量流量G_wに対応する蒸気質量流量G_sを算出しており、その他の構成および作用は第2実施例と同様である。

第3実施例の作用をフローチャートを参照して説明すると、先ず、図18のフローチャートのステップS51で蒸気温度センサ25により膨張機13の入口での蒸気温度Tを検出し、ステップS52で蒸気圧力センサ22により膨張機13の入口での蒸気圧力Pを検出し、更にステップS53で蒸気質量流量G_sを算出する。

即ち、図19のフローチャートのステップS61でインジェクタ17あるいは給水ポンプ16の給水量を制御することで蒸気温度Tを制御する温度制御部26が15 出力する指令給水質量流量G_oを読み込み、ステップS62で指令給水質量流量G_oに遅れフィルタ処理を施すことで蒸気質量流量G_sを算出する。この遅れフィルタ処理は、温度制御部26が指令給水質量流量G_oを出力してから、蒸発器12が実際に蒸気を発生するまでの時間遅れを補償するためのものである。

続いて図18のフローチャートのステップS54で蒸気流量Qを算出する。この20ステップS54のサブルーチンが図20に示されているが、図20のフローチャートは第2実施例の図15のフローチャートと実質的に同じであり、第2実施例の給水質量流量G_wが、それと実質的に同じものである蒸気質量流量G_sに変わっただけである。

以上のようにして蒸気流量Qが算出されると、図18のフローチャートのステップS55～S59に移行する。これらのステップは図8のフローチャート（第25 1実施例）のステップS3～S7と全く同一であるため、その重複する説明を省略する。しかして、この第3実施例によれば、給水量センサ24を廃止することができる。

図21～図25は本発明の第4実施例を示すものである。

図21に示すように、第4実施例は第3実施例（図13参照）の蒸気温度センサ25を備えておらず、その代わりにコントローラ20の温度制御部26が指令給水質量流量 G_o に加えて指令蒸気温度 T_o を出力する。比容積マップには、指令蒸気温度 T_o を遅れフィルタ2で遅れ処理した蒸気温度 T と、目標蒸気圧力 P_o とが入力され、そこで検索された蒸気の比容積 V が蒸気質量流量 G_s に乗算されて蒸気流量 Q が算出される。また第1～第3実施例の蒸気流量 Q および目標蒸気圧力 P_o をパラメータとして膨張機13の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} を検索するマップに代えて、蒸気流量 Q だけをパラメータとして膨張機13の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} を検索するテーブルを備えており、その他の構成および作用は第3実施例と同様である。

尚、蒸気の比容積 V は、図16の横軸を「蒸気圧力 P 」から「目標蒸気圧力 P_o 」に読み換えて示す。

第4実施例の作用をフローチャートを参照して説明すると、先ず、図22のフローチャートのステップS71で蒸気圧力センサ22により膨張機13の入口での蒸気圧力 P を検出し、更にステップS72で蒸気質量流量 G_s を算出する。ステップS72のサブルーチンである図23のフローチャートは、第3実施例の図19のフローチャートと実質的に同一であるが、時定数 τ を後述する第2時定数 τ_2 と区別するための第1時定数 τ_1 としている点でのみ異なっている。

続いて図22のフローチャートのステップS73で蒸気流量 Q を算出する。このステップS73のサブルーチンが図24に示されており、図24のフローチャートのステップS91で温度制御部26が出力する指令蒸気温度 T_o を遅れフィルタ2で遅れ処理して蒸気温度 T を算出し、ステップS92で前記蒸気温度 T と、目標蒸気圧力設定手段23が出力する目標蒸気圧力 P_o とを比容積マップに適用して蒸気の比容積 V を検索する。そしてステップS93で遅れフィルタ1が出力する蒸気質量流量 G_s に蒸気の比容積 V を乗算して蒸気流量 Q を算出する。

続いて、図22のフローチャートのステップS74、つまり図25のフローチャートのステップS101で蒸気流量 Q を膨張機回転数テーブルに適用して膨張機13の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} を検索する。この膨張機回転数テーブルは第1～第3実施例と異なって目標蒸気圧力 P_o をパラメータとしている

いが、蒸気流量Qを算出する過程で比容積マップに目標蒸気圧力 P_o を適用しているので、結果的に目標蒸気圧力 P_o が考慮されていることになる。このようにして蒸気流量Qから検索された算出された膨張機13の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} は、蒸気温度や蒸気圧力に関わらずに蒸気流量Qに比例するものであるが、実際には蒸気のリーク等の影響で蒸気流量Qに正確に比例しない場合があり、その誤差は膨張機13の回転数のフィードバック制御により補償される。

図22のフローチャートの最後のステップS75～S78は、図8のフローチャート（第1実施例）のステップS4～S7と全く同一であるため、その重複する説明を省略する。しかしして、この第4実施例によれば、蒸気温度センサ25を10廃止することができる。

以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々の設計変更を行うことが可能である。

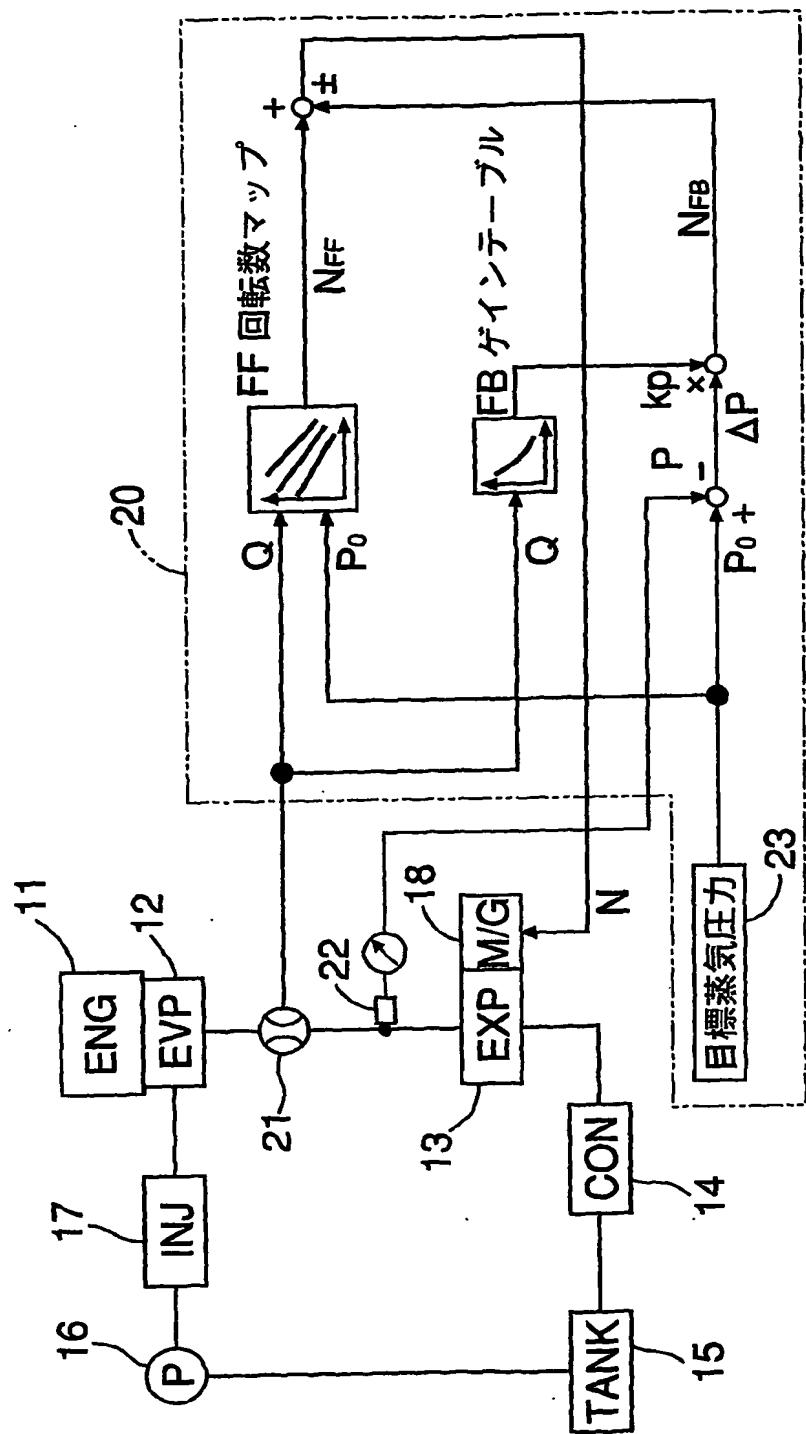
例えば、作動媒体は水（蒸気）に限定されず、他の適宜の作動媒体を採用することができる。

請求の範囲

1. エンジン（11）の排気ガスで液相作動媒体を加熱して気相作動媒体を発生させる蒸発器（12）と、蒸発器（12）で発生した気相作動媒体の熱エネルギーを機械エネルギーに変換する容積型の膨張機（13）とを備えたランキンサイクル装置において、

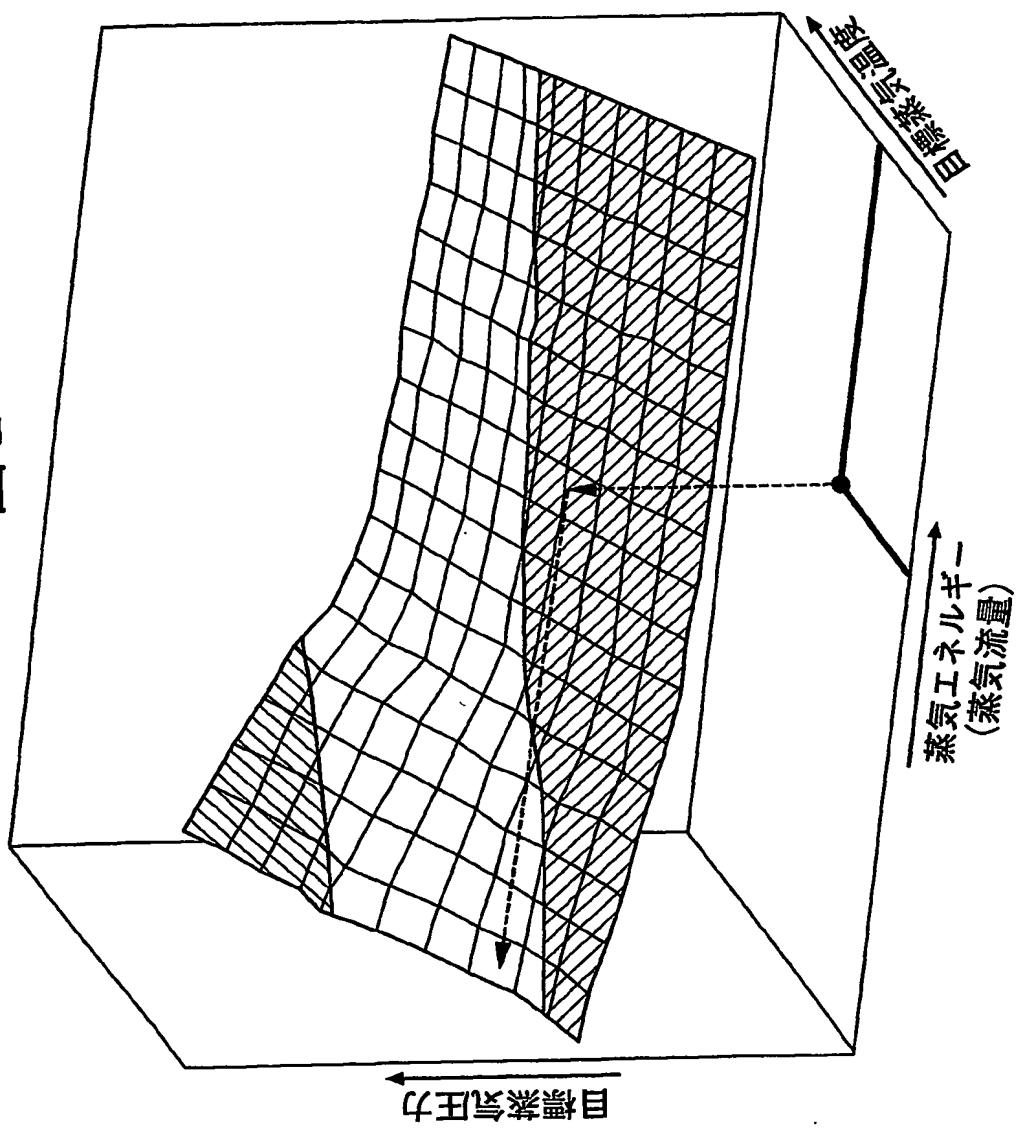
膨張機（13）の入口での気相作動媒体の圧力を目標圧力に一致させるべく、蒸発器（12）の出口での気相作動媒体の流量および目標圧力に基づいてフィードフォワード値（ N_{FF} ）を算出するとともに、膨張機（13）の入口での気相作動媒体の圧力および目標圧力の偏差に、前記気相作動媒体の流量に基づいて算出したフィードバックゲイン（ k_p ）を乗算してフィードバック値（ N_{FB} ）を算出し、フィードフォワード値（ N_{FF} ）およびフィードバック値（ N_{FB} ）の加・減算値に基づいて膨張機（13）の回転数を制御する制御手段（20）を備えたことを特徴とするランキンサイクル装置。

図 1



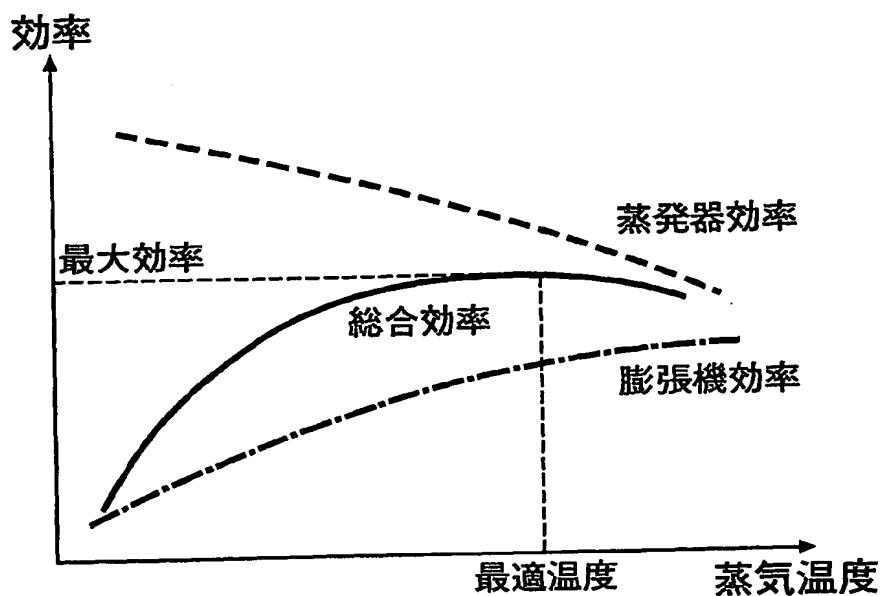
2/25

図2



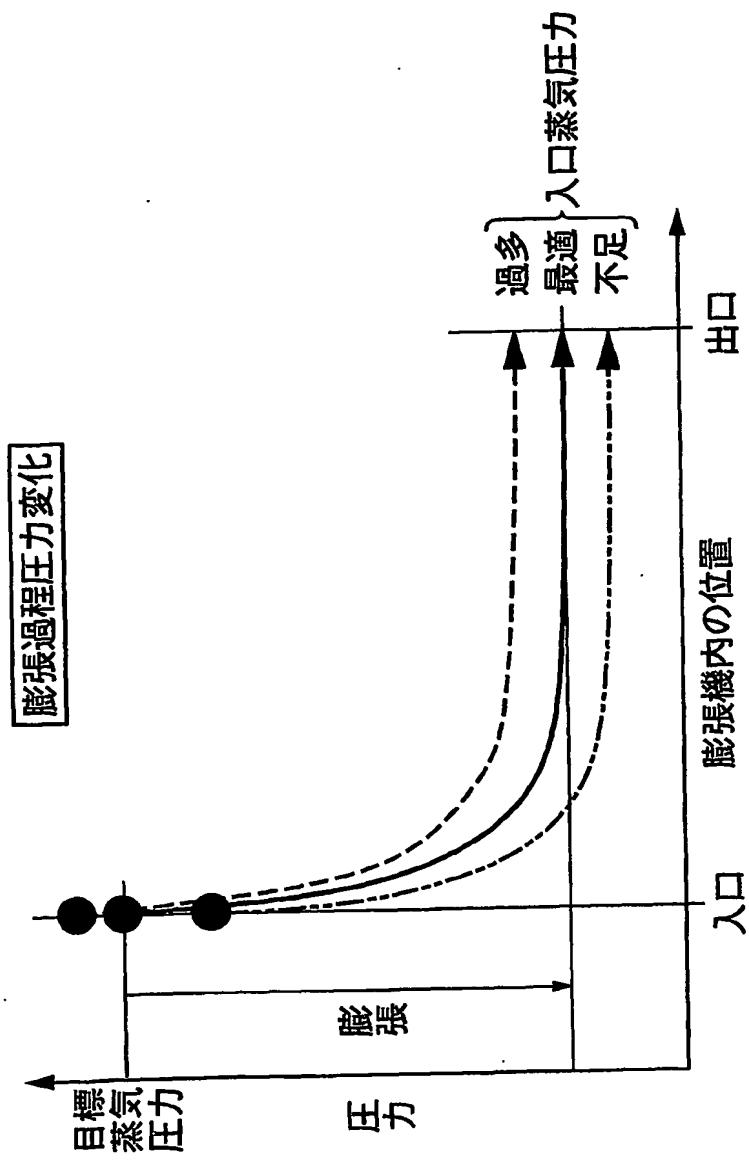
3/25

図 3



4/25

図 4



5/25

図 5A

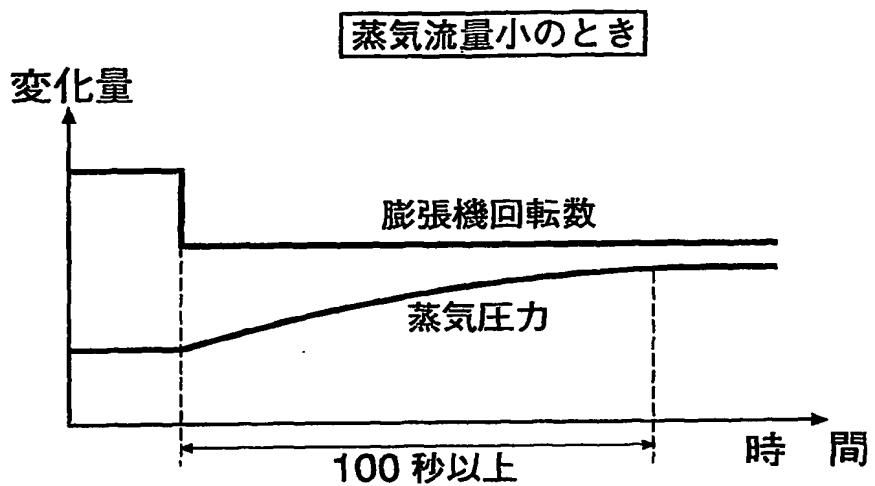
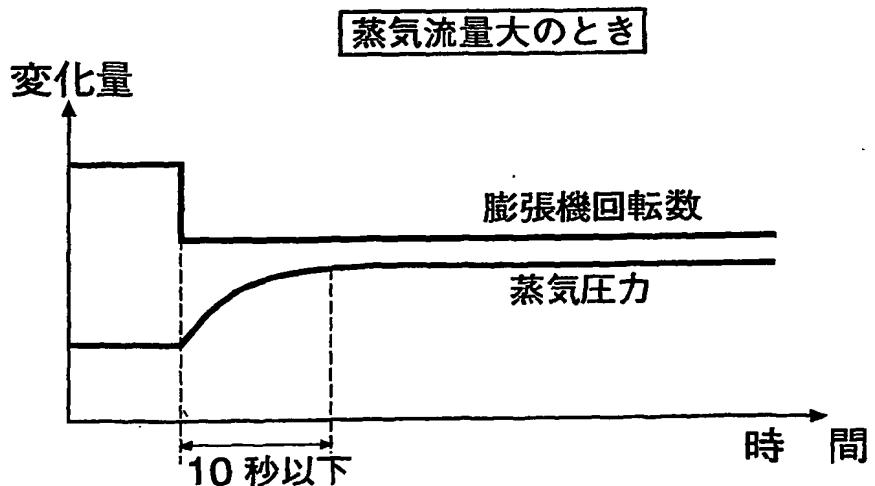


図 5B



6/25

図 6B

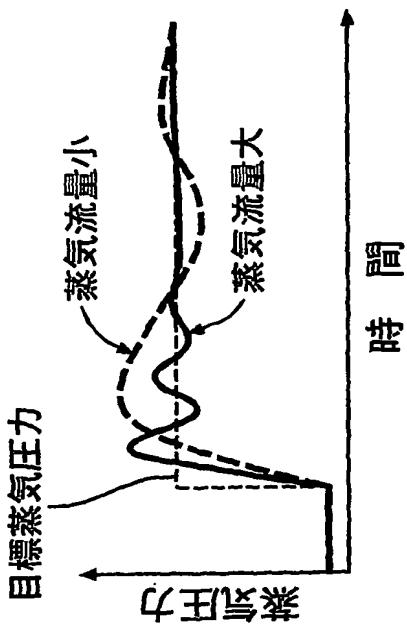
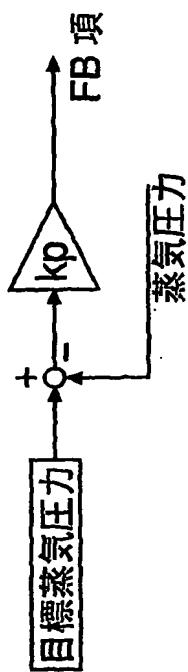


図 6A



7/25

図 7B

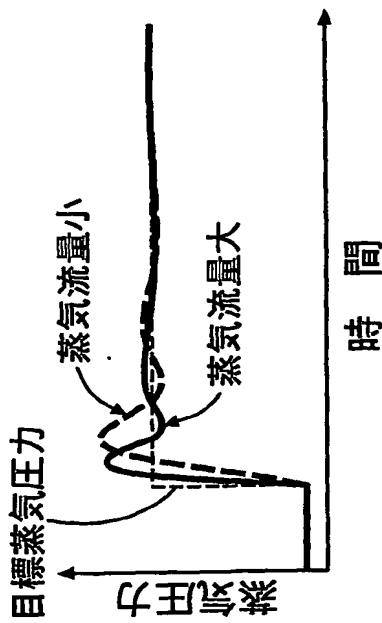
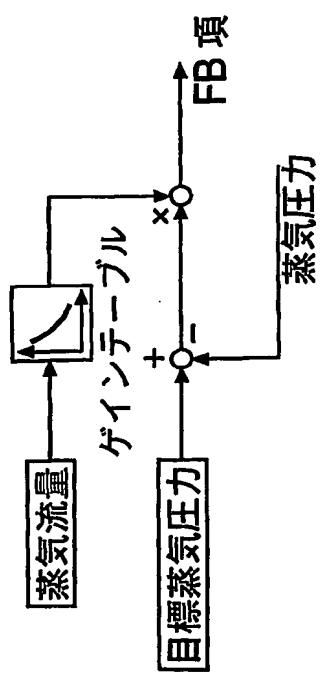
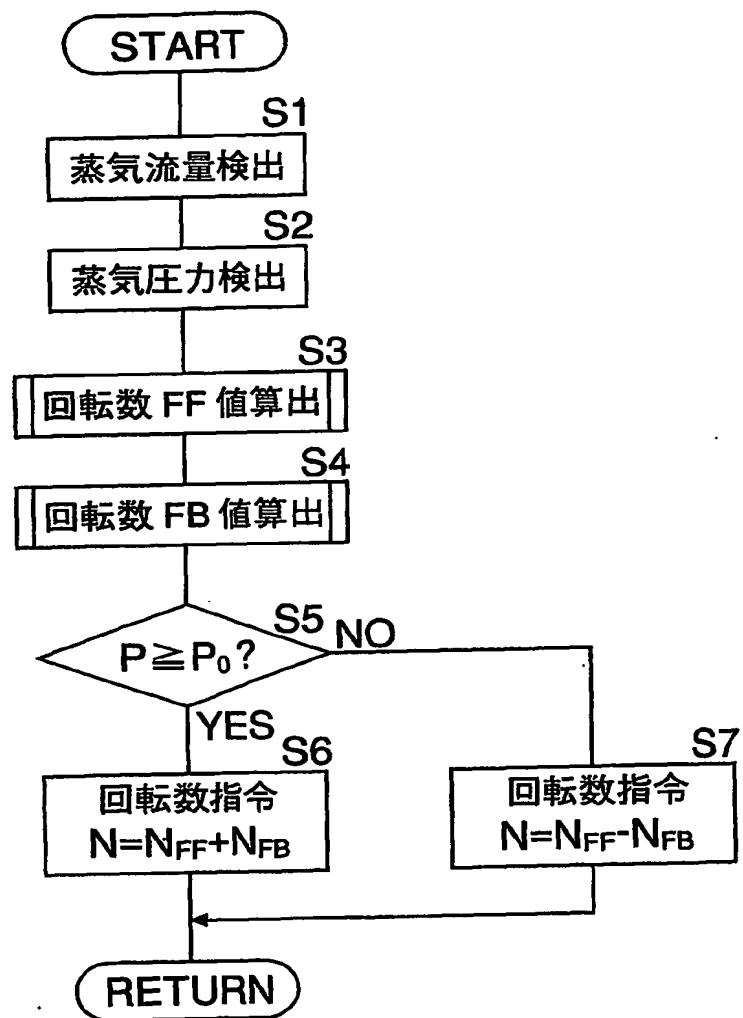


図 7A



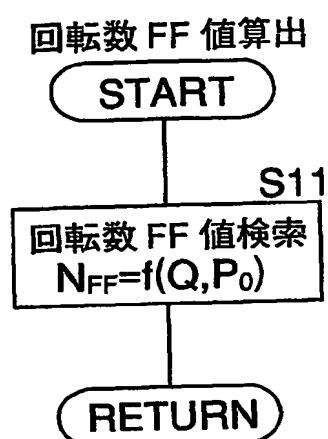
8/25

図 8



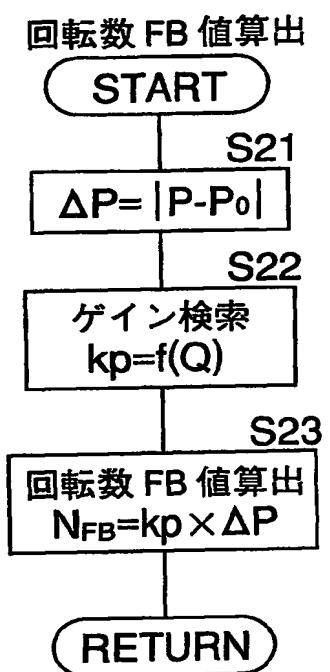
9/25

図 9



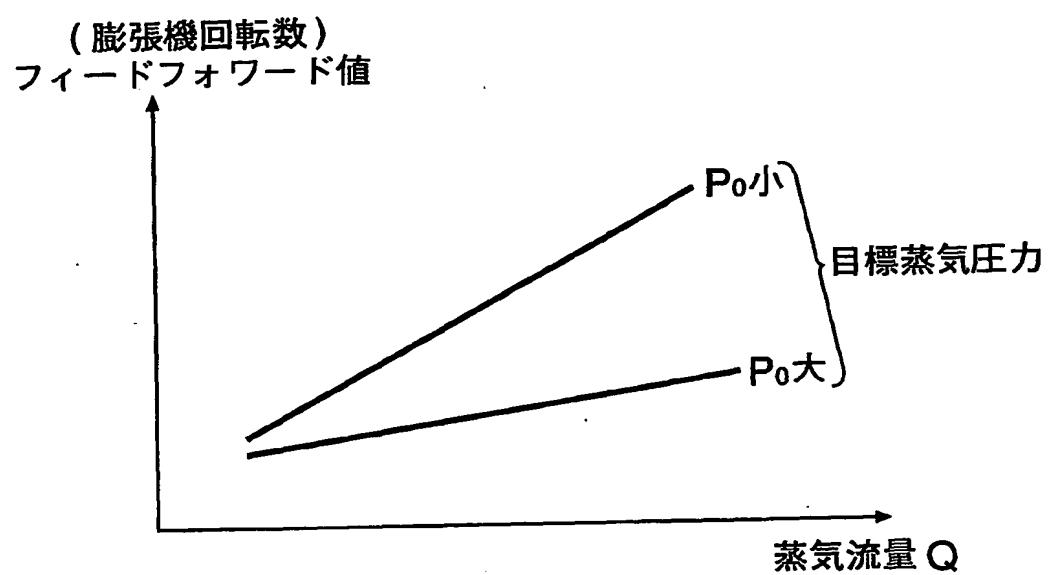
10/25

図 10



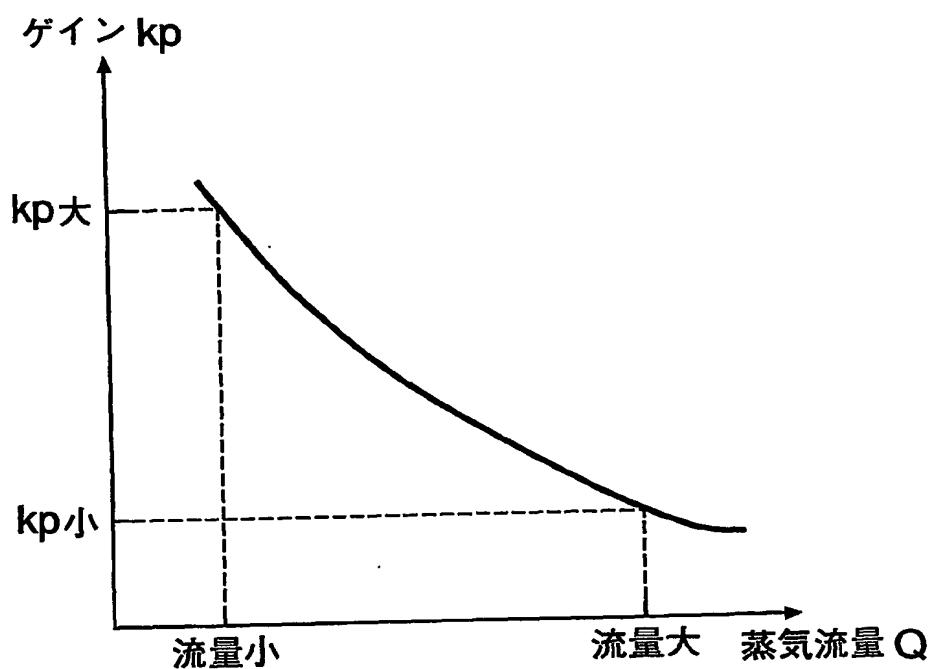
11/25

図 11



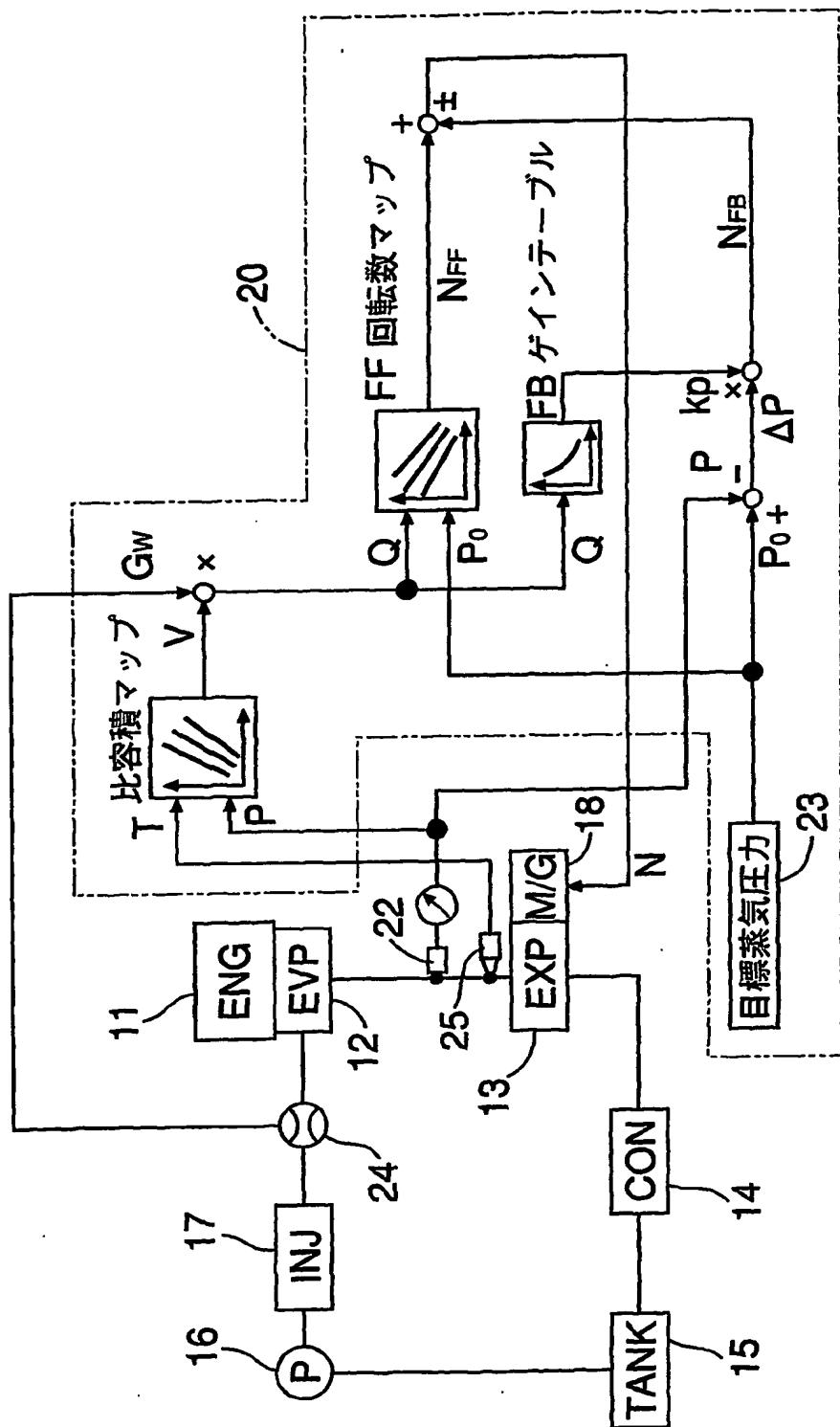
12/25

図 12



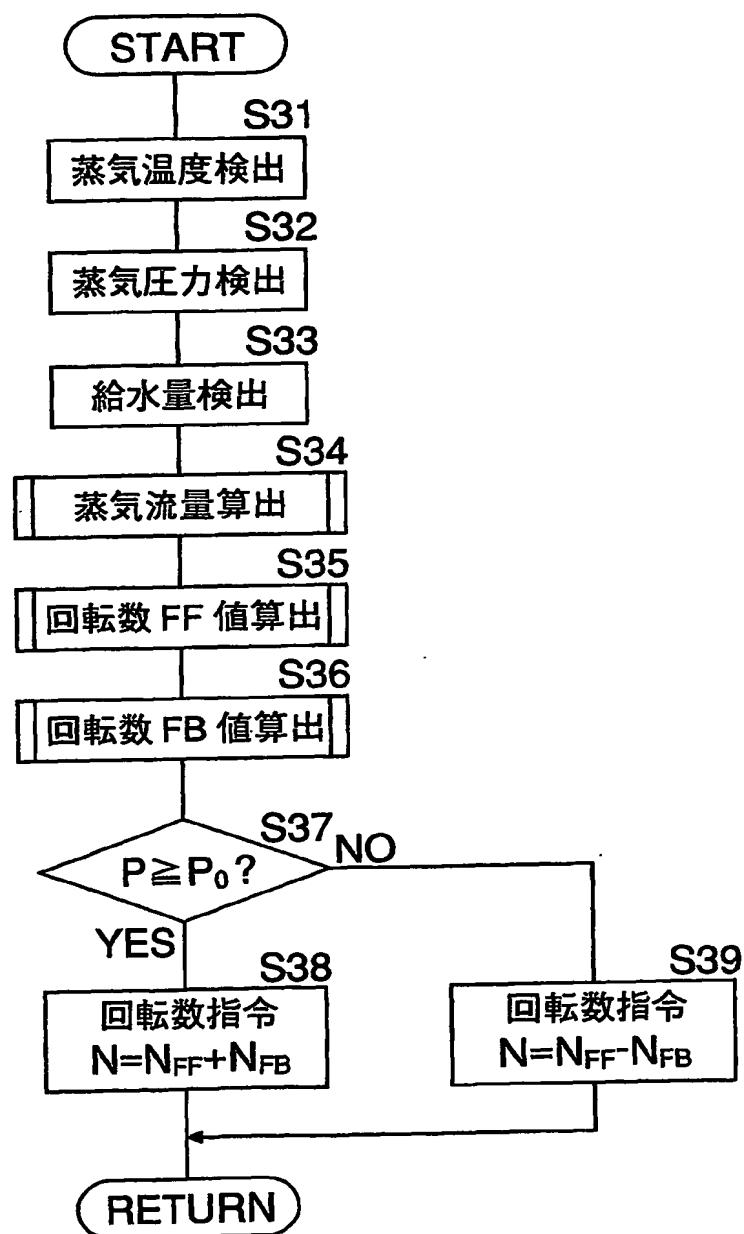
13/25

図 13



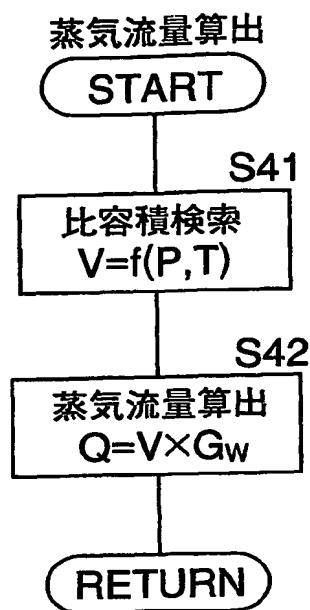
14/25

図 14



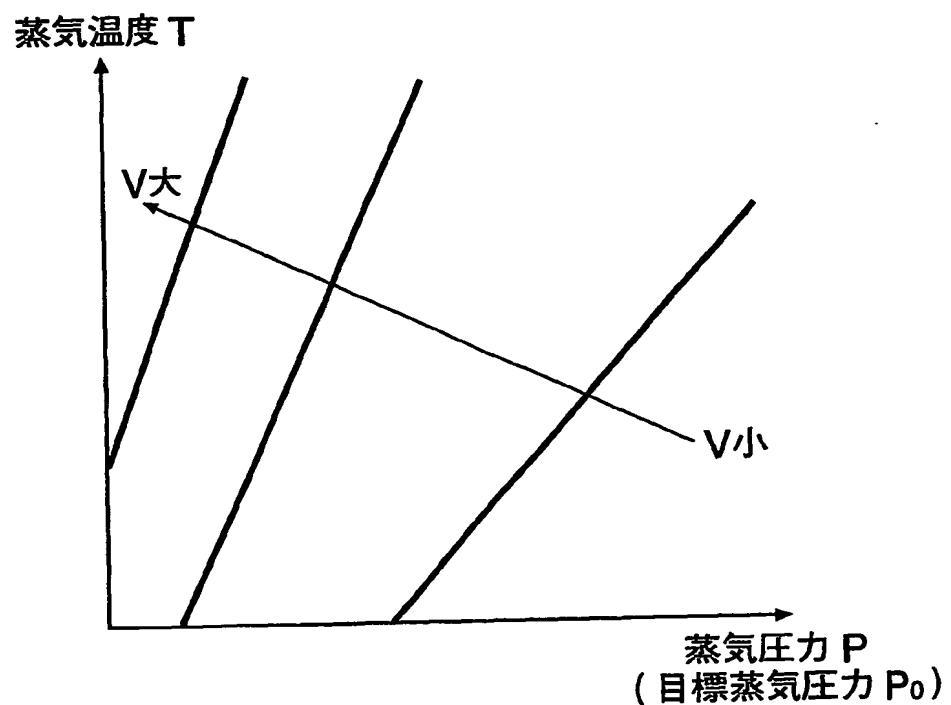
15/25

図 15

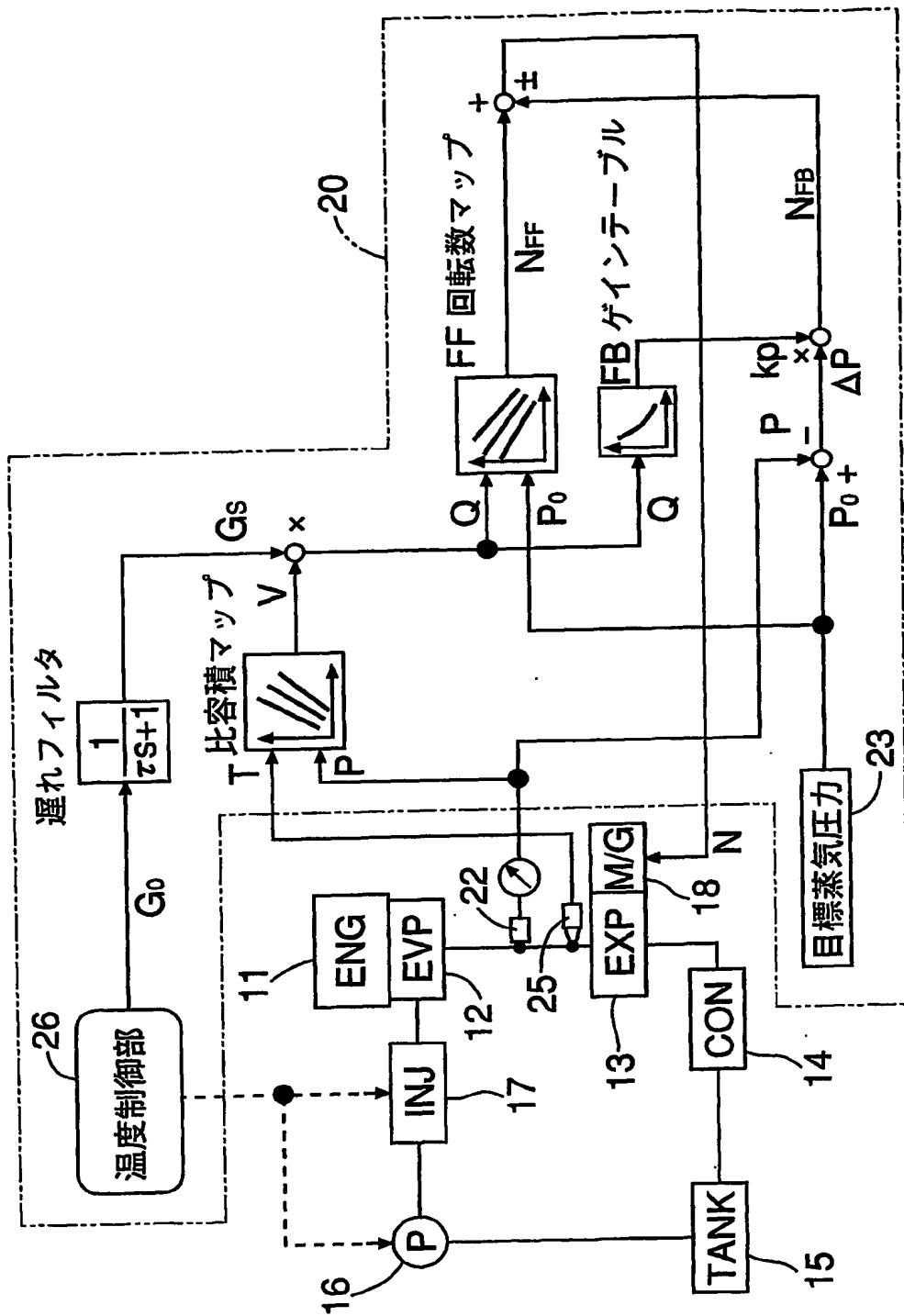


16/25

図 16

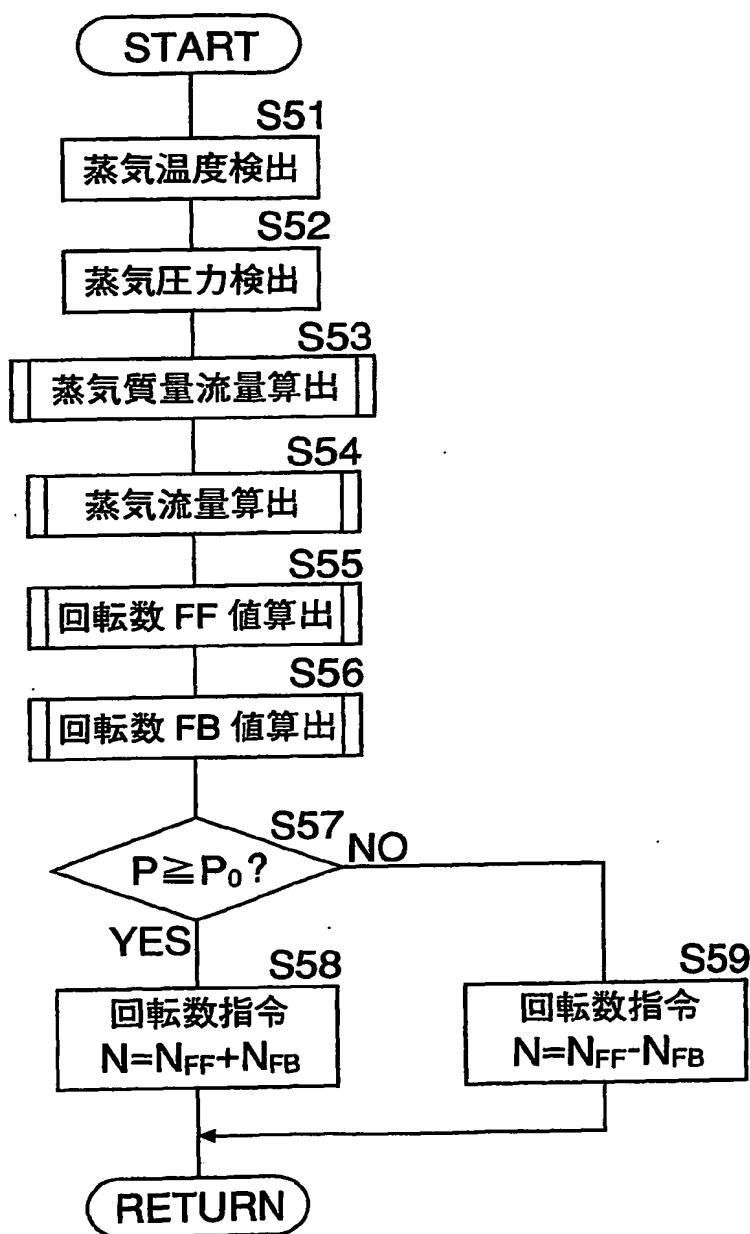


一七



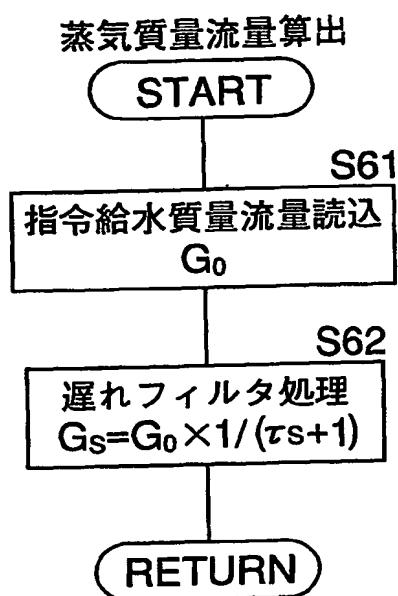
18/25

図 18



19/25

図 19



20/25

図 20

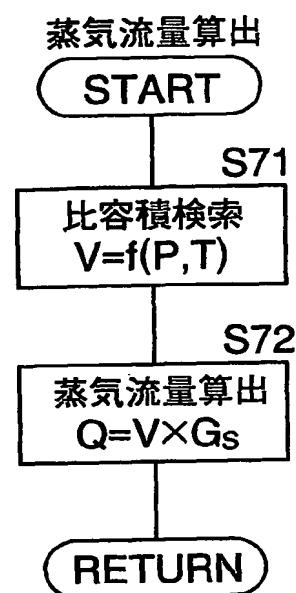
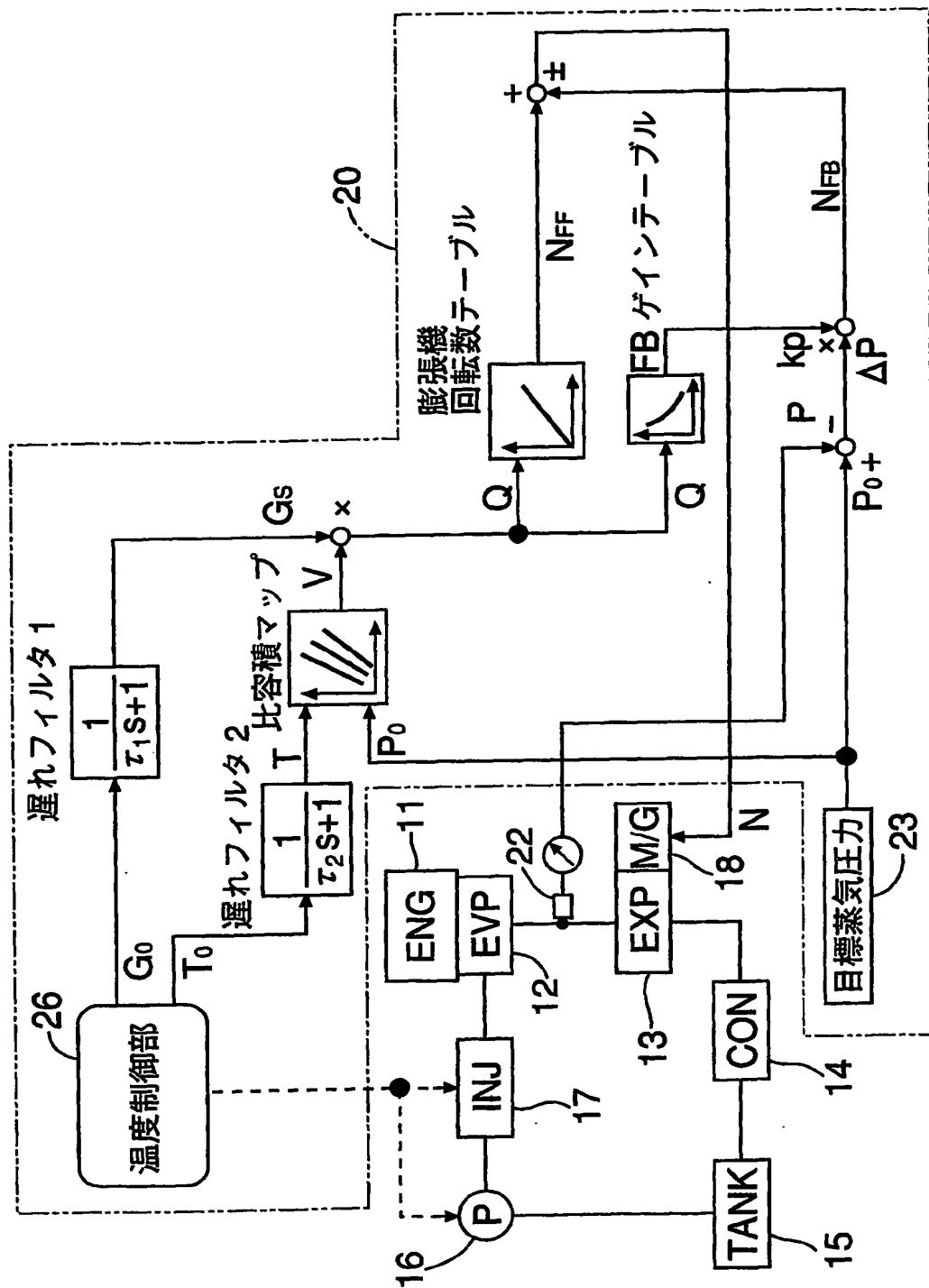
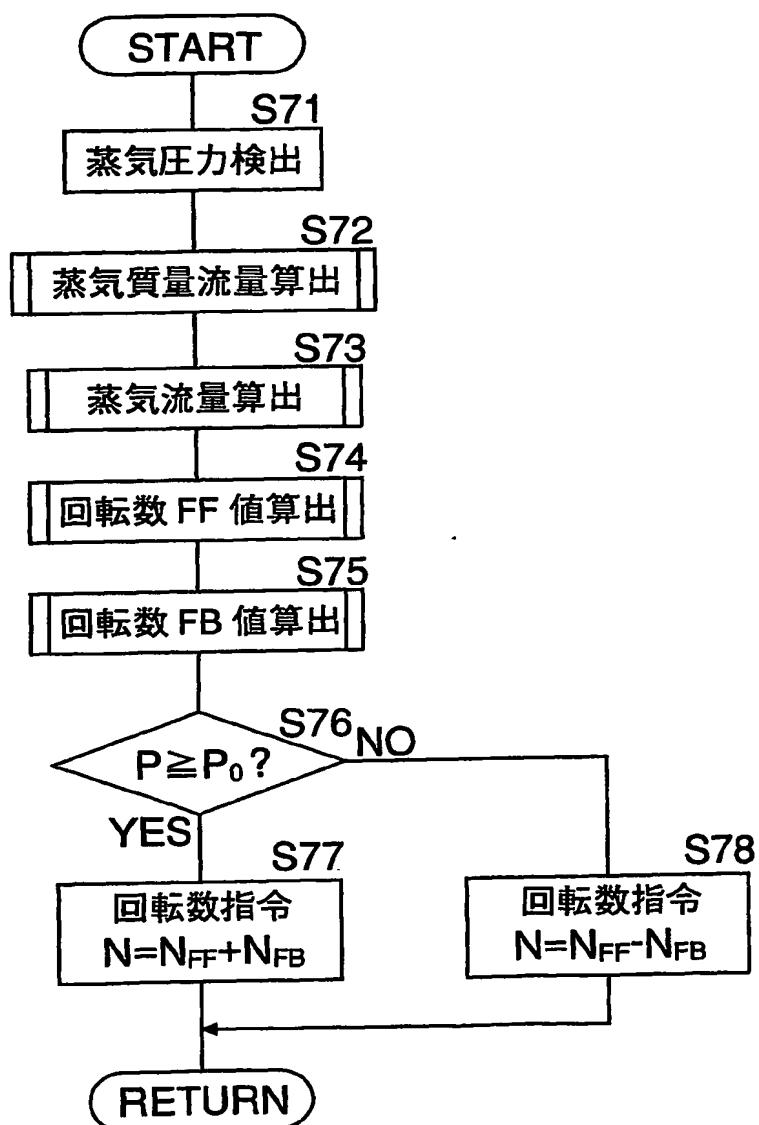


図 21



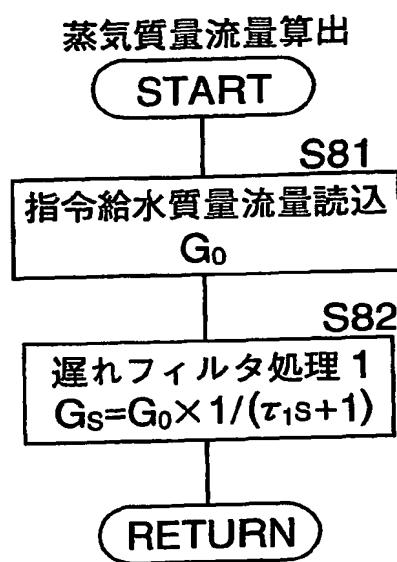
22/25

図 22



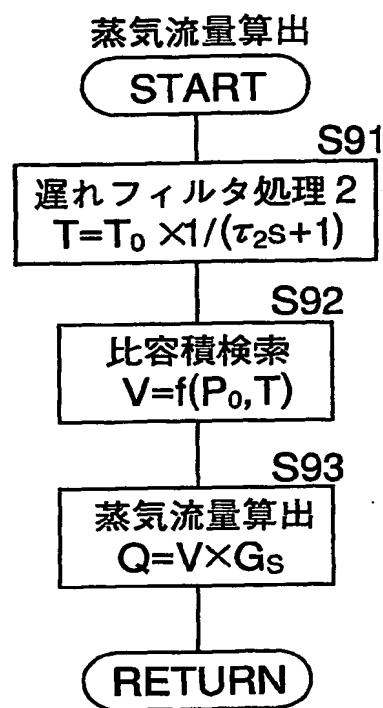
23/25

図 23



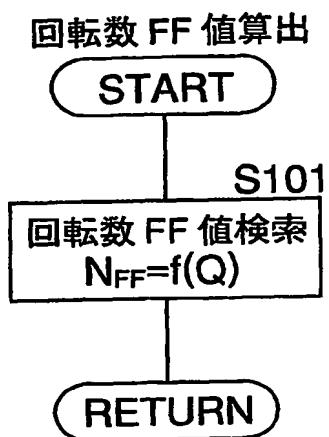
24/25

図 24



25/25

図 25



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09222

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F01K23/10, F02G5/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F01K23/10, F02G5/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-345835 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 12 December, 2000 (12.12.00), Full text (Family: none)	1

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 November, 2003 (11.11.03)Date of mailing of the international search report
25 November, 2003 (25.11.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. C1.7 F01K23/10, F02G5/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. C1.7 F01K23/10, F02G5/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-345835 A (日産自動車株式会社) 2000.12.12, 全文 (ファミリーなし)	1

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.11.03

国際調査報告の発送日

25.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

植村 貴昭

3T 3019



電話番号 03-3581-1101 内線 3355